

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный
институт транспортных систем (ИТС)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____/А.В. Тумасов/

подпись ФИО

“ 22 ” июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.20 Исследование операций

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки: 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность: «Подъемно-транспортные, строительные,

дорожные машины и оборудование»

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2024

Выпускающая кафедра: СДМ

Кафедра-разработчик Высшая математика

Объем дисциплины: 72/2

Промежуточная аттестация: зачет

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик (и): Лухманова Т.В., к.ф.-м.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2024

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 07 августа 2020 г. № 915 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ
протокол от 21.05.24 № 16

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 07.06.24 № 11

Зав. кафедрой: к.ф.-м.н., доцент Ерофеева Л.Н. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИТС протокол
от 18.06.24 № 11

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 23.03.02-п-16
Начальник МО _____ /Н.Р. Булгакова /

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ /Н.И. Кабанина/
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	5
4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО.....	7
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	17
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	18
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИН.....	18
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины «Исследование операций» является формирование объективного и целостного естественнонаучного мировоззрения; углубление, развитие и систематизация математических знаний, необходимых при решении практических вопросов разного уровня сложности в ходе выполнения профессиональных задач в области научно-исследовательской, производственно-технологической и проектной деятельности

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- готовность студентов к использованию полученных при изучении дисциплины «Исследование операций» знаний, умений, навыков и компетенций при изучении общенаучных и специальных дисциплин, а также для решения профессиональных задач;
- формирование навыков построения математических моделей для анализа свойств объектов исследования, проведения научного исследования, анализа результатов эксперимента
- готовность студентов к организации самостоятельной деятельности для решения поставленных задач;
- готовность студентов к пользованию информационными системами (учебная, научная литература, интернет-ресурсы).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина «Исследование операций» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина основывается на базовых знаниях, полученных студентами при изучении математики в курсе средней школы, а также курса математики и математической статистики в вузе. Для усвоения дисциплины студент должен владеть математической терминологией; понимать смысл математических формул и символов, владеть навыками решения систем линейных уравнений; иметь навыки решения расчетных задач.

Дисциплина «Исследование операций» является основополагающей для изучения ряда общенаучных и специальных дисциплин, связанных с построением математических моделей реальных процессов.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин; «Производственный менеджмент и маркетинг» и др., и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении, подготовке к процедуре защиты и защите выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Исследование операций» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Исследование операций» направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению подготовки (специальности) 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»:

а) общепрофессиональных (ОПК): ОПК-1 и ОПК-3

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>							
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
ОПК -1								
Исследование операций (Б1.Б.20)				✓				
Математика (Б1.Б.5)	✓	✓	✓					
Начертательная геометрия и инженерная графика (Б1.Б.6)	✓	✓	✓	✓				
Химия (Б1.Б.8)	✓							
Теоретическая механика (Б1.Б.11)		✓						
Физика (Б1.Б.12)		✓	✓					
Математическая статистика (Б1.Б.13)			✓					
Сопротивление материалов (Б1.Б.16)			✓	✓				
Материаловедение (Б1.Б.21)				✓				
Технология конструкционных материалов (Б1.Б.23)				✓				
Электротехника, электроника и электропривод (Б1.Б.26)				✓	✓			
Метрология, стандартизация и сертификация (Б1.Б.27)					✓			
Теория механизмов и машин (Б1.Б.28)					✓			
Гидравлика и гидропневмопривод (Б1.Б.29)					✓			
Теория колебаний (Б1.Б.30)					✓			
Детали машин и основы конструирования (Б1.Б.32)						✓		
Подготовка и защита								✓

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>							
ОПК -1	1	2	3	4	5	6	7	8
ВКР (БЗ.Д.1)								
ОПК-3	1	2	3	4	5	6	7	8
Исследование операций (Б1.Б.20)				✓				
Метрология, стандартизация и сертификация (Б1.Б.27)					✓			
Подготовка и защита ВКР (БЗ.Д.1)								✓

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	<i>ИОПК-1.1. Применяет методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</i>	ЗНАТЬ: - основные понятия и методы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, линейной алгебры, дифференциального исчисления;	УМЕТЬ: - на основе фундаментальных математических знаний решать задачи профессиональной деятельности;	ВЛАДЕТЬ: - методами и технологиями формализованных описаний объектов математическими методами	- Задания к письменным контрольным работам по разделам	Вопросы для письменного зачета (20 билетов) Вопросы для устного собеседования на зачете: (20 билетов)
ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний	<i>ИОПК-3.1. Осуществляет измерения и наблюдения в сфере своей профессиональной деятельности ИОПК-3.2. Обрабатывает экспериментальные данные и результаты испытаний ИОПК-3.3. Представляет экспериментальные данные и результаты испытаний</i>	ЗНАТЬ: - основные принципы проведения измерений и наблюдений при проведении экспериментов и испытаний;	УМЕТЬ: - применять математические методы для обработки и представления экспериментальных данных и результатов испытаний;	ВЛАДЕТЬ: - принципами математических рассуждений и доказательств; - методами математического моделирования и анализа; - методами сбора и обработки информации; - практическими навыками по отработке формализованных описаний объектов математическими методами.	- Задания к письменным контрольным работам по разделам	Вопросы для письменного зачета (20 билетов) Вопросы для устного собеседования на зачете: (20 билетов)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 -Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего часов	В т.ч. по семестрам
		4 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72
1. Контактная работа:	39	39
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	34
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)		
1.2. Внеаудиторная, в том числе	5	5
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	1	1
2. Самостоятельная работа (СРС)	33	33
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа	+	+
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	33	33

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 -Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
4 СЕМЕСТР									
ОПК-1 ИОПК-1.1 ОПК-3 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2 ИОПК-3.3	Раздел 1 Линейное программирование								
	Тема 1.1 Постановка задачи линейного программирования на примере производственной задачи. Математические модели задач линейного программирования (ЛП)	1			1	подготовка к лекциям 1.1 (ст. 5-30)	https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/program/subject_id/785		
	Практическое занятие № 1.1 Венгерский метод решения задачи о назначениях			2	1	Подготовка к практическому занятию[3.1] стр.3			
	Тема 1.2 Симплекс-метод решения канонической задачи ЛП в матричной форме	3			1	подготовка к лекциям 1.1 (ст. 30-35)			
	Практическое занятие № 1.2 Двухэтапный симплекс-метод решения общей задачи ЛП. Метод искусственного базиса			3	1	Подготовка к практическому занятию[3.1] стр.4			
	Тема 1.3 Двойственные задачи ЛП и методы их решения.	3			1	подготовка к лекциям 1.2 (ст. 40-46); 2.1 (ст.8-15)			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная рабога студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Практическое занятие № 1.3 Алгоритм решения двойственной задачи			2	1	Подготовка к практическому занятию[3.1] стр.5			
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела: домашняя контрольная работа				4	Выполнение домашних КР [3.1] стр.3-5(по выбору преподавателя)			
	Итого по 1 разделу	7		7	10				
ОПК-1 ИОПК-1.1 ОПК-3 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2 ИОПК-3.3	Раздел 2 Матричные игры.								
	Тема 2.1 Основные понятия. Антагонистическая игра двух лиц. Платежная матрица, чистые стратегии, седловая точка, цена игры.	2			1	подготовка к лекциям 1.1 (ст. 112-132)	https://edu.nntu.ru/subject/index/ card/switcher/program/subject_id/785		
	Практическое занятие № 2.1 Решение матричной игры в чистых стратегиях			2	1	Подготовка к практическому занятию[3.1] стр.6			
	Тема 2.2 Решение матричных игр тхп методами ЛП	2			1	подготовка к лекциям 1.1 (ст. 112-132), 2.1 (с.115-124)			
	Практическое занятие № 2.2 Использование симплекс-метода в			2	1	Подготовка к практическому занятию[3.1] стр.7			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	решении матричных игр								
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела: домашняя контрольная работа				4	Выполнение домашних КР [3.1] стр.5-7(по выбору преподавателя)			
	Итого по 2 разделу	4		4	8				
ОПК-1 ИОПК-1.1 ОПК-3 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2 ИОПК-3.3	Раздел 3 Транспортная задача								
	Тема 3.1 Математическая модель транспортной задачи.	2			1	подготовка к лекциям 1.1 (ст. 131-140	https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/program/subject_id/785		
	Практическое занятие 3.1. Решение транспортной задачи методом потенциалов			2	1	Подготовка к практическому занятию[3.1] стр. 8			
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела: домашняя контрольная работа				4	Выполнение домашних КР [3.1] стр.9(по выбору преподавателя)			
	Итого по 3 разделу	2		2	6				
ОПК-1 ИОПК-1.1 ОПК-3	Раздел 4. Сетевой график								
	Тема 4.1 Понятие графа. Цепь, путь,цикл	2			1	подготовка к лекциям 1.1 (ст. 275-283)	https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/progra		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ИОПК-3.1 ИОПК-3.2 ИОПК-3.3							mm/subject_id/785		
	Практическое занятие № 4.1 Задача о распределении работ			2	2	Подготовка к практическому занятию[3.1] стр. 8-10			
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела: домашняя контрольная работа				4	Выполнение домашних КР [3.1] стр.11-150(по выбору преподавателя)			
	Итого по 4 разделу	2		2	7				
ОПК-1 ИОПК-1.1 ОПК-3 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2 ИОПК-3.3	Раздел 5 Динамическое программирование								
	Тема 5.1 Принцип оптимальности Беллмана. Задача о распределении инвестиций. Задача о замене оборудования	2			1	подготовка к лекциям 1.1 (ст. 200-210)	https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/program/subject_id/785		
	Практическое занятие №5.1. Метод обратной прогонки			2	2	Подготовка к практическому занятию15-17 12-13			
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела: домашняя контрольная работа				5	Выполнение домашних КР [3.1] стр.19-30(по выбору преподавателя)			
	Итого по 5 разделу	2		2	8				
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР		17		17	39				
ИТОГО по дисциплине		17		17	39				

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольные работы.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы, индивидуальные задания и задачи представлены в методических указаниях к практическим и лабораторным занятиям [3.1 – 3.13], представленных в п. 7.3.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине для текущего контроля в семестре (первая и вторая контрольная неделя) применяется **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Таблица 5 – Балльно-рейтинговая система оценивания

Шкала оценивания	Экзамен
41-50	Отлично
31-40	Хорошо
21-30	Удовлетворительно
0-20	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле (экзамен) успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 –Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	<i>ИОПК-1.1 Применяет методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</i>	Не способен усвоить основные приемы использования математического аппарата к решению общих задач	Знаком с отдельными приемами использования математического аппарата	Использует математический аппарат для решения стандартных задач, умеет находить и исправлять допущенные ошибки	Уверенно применяет математический аппарат для решения индивидуальных заданий
ОПК-3 . Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний	<i>ИОПК-3.1. Осуществляет измерения и наблюдения в сфере своей профессиональной деятельности</i> <i>ИОПК-3.2. Обрабатывает экспериментальные данные и результаты испытаний</i> <i>ИОПК-3.3. Представляет экспериментальные данные и результаты испытаний</i>	Не умеет производить измерения и наблюдения, обрабатывать полученные результаты	Самостоятельно справляется с измерениями и наблюдениями, но затрудняется в обработке полученных данных	Умеет по алгоритму обрабатывать полученные данные, используя готовые математические модели	Самостоятельно составляет математические модели к простейшим индивидуальным задачам

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

76.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

1.1 Исследование операций в экономике: Уч.пособие / Н.Ш. Кремер [и др]; под ред. Н.Ш. Кремера. М. : Юрайт, 2010. – 415 с.

7.2. Справочно-библиографическая литература

2.1 Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч.2.М.: Оникс 21 век; Мир образование, 2009,.- 395 с.

7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению лабораторных и практических учебных занятий по данной дисциплине:

7.3.1 Методические указания, разработанные преподавателями:

3.1 Исследование операций. Руководство к решению задач. Задачи для самостоятельной работы. Ерофеева Л.Н., Лещева С.В., / Н. Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2019. – 30 с.

7.3.2 Методические указания, разработанные НГТУ

4.1. Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования,

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf

4.2 Положение по виду деятельности методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине НГТУ ПВД 11.6/148-23, https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.pdf

4.3 Положение по виду деятельности методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения НГТУ ПВД 11.6/144-23,

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_interakt_obuch.pdf

4.4 Положение по виду деятельности методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине НГТУ ПВД 11.6/145-23,

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_lec_i_prakt.pdf

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и

подлежит обновлению при необходимости).

8.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elibrary.ru/defaultx.asp) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. *Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.*
7. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.*
8. *Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.*

8.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл.10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
		воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	6336 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации учебно-лабораторного корпуса №6 (603163, г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12)	1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор Epson EB-X12H428B; 3. Ноутбук Samsung NP300E5A-S0HRU, монитор 15 дюймов – 1 шт. Переносной экран – 1 шт 4. Рабочее место студента – 64 5. Для инвалидов и лиц с ОВЗ: переносной радиокласс	1. Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) 2. Microsoft Office Professional Plus 2010 (лицензия № 49487732) 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) 4. Mozilla Firefox (свободное ПО) Google Chrome (свободное ПО) Yandex Browser (свободное ПО)

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- *балльно-рейтинговая технология оценивания (при наличии);*
- *контрольная работа;*
- *тест;*

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (экзамену).

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

11.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Лабораторные работы по данной дисциплине не проводятся

11.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические занятия направлены на формирование навыков решения практических

задач, применяя полученные теоретические знания, а также навыков самостоятельной работы под руководством преподавателя.

На практических занятиях проводится решение расчетных задач и упражнений в процессе проработки наиболее сложных в теоретическом плане проблем и проводятся в трех формах:

1. устный опрос студентов по конкретной тематике практического занятия;
2. решение и объяснение типовых задач по данной теме;
3. самостоятельная работа студентов с использованием учебных пособий, лекций и консультаций преподавателя при выполнении ими контрольных заданий.

11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 7.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

11.6. Методические указания для выполнения контрольных работ

При изучении курса «Исследование операций» проводится 4 контрольные работы в четвертом семестре.

В контрольную работу № 1 входят вопросы по использованию симплекс-метода в решении задач линейного программирования и двойственных задач, вариант 1 - 20 (по выбору преподавателя) из методических указаний: Исследование операций. Руководство к решению задач. Задачи для самостоятельной работы. Ерофеева Л.Н., Лещева С.В., / Н. Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2019. – 30 с.

В контрольную работу № 2 входят вопросы по решению матричных игр, вариант 1 - 20 (по выбору преподавателя) из методических указаний: Исследование операций. Руководство к решению задач. Задачи для самостоятельной работы. Ерофеева Л.Н., Лещева С.В., / Н. Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2019. – 30 с.

В контрольную работу № 3 входят вопросы по решению транспортных и сетевых задач, вариант 1 - 20 (по выбору преподавателя) из методических указаний: Исследование операций. Руководство к решению задач. Задачи для самостоятельной работы. Ерофеева Л.Н., Лещева С.В., / Н. Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2019. – 30 с.

В контрольную работу № 4 входят вопросы по решению задач на динамическое программирование, вариант 1 - 20 (по выбору преподавателя) из методических указаний: Исследование операций. Руководство к решению задач. Задачи для самостоятельной работы. Ерофеева Л.Н., Лещева С.В., / Н. Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2019. – 30 с..

12 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Вопросы, индивидуальные задания и задачи представлены в методических указаниях к практическим и лабораторным занятиям [3.1], указанных в п. 7.3.

Примеры типовых заданий:

12.1.1. Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям

Занятие № 1.2 (2 часа)

Двухэтапный симплекс-метод решения общей задачи ЛП. Метод искусственного базиса

1. Найти оптимальный план $X^* (x \geq 0)$ и оптимальное значение целевой функции $f(x)$, используя процедуру симплекс – метода:

$$\max f(x) = 2x_1 - 3x_2 + 5x_3$$

$$\begin{cases} 4x_1 - 3x_2 - 8x_3 \leq 20, \\ 5x_1 - 10x_2 = 5, \\ 3x_1 - 2x_2 - 8x_3 \geq 11. \end{cases}$$

2. Найти оптимальный план и вычислить максимум функции $f(X) = CX$ на множестве $AX = B, x_j \geq 0 \forall j = \overline{1,5}$, используя процедуру двойственного симплекс-метода. В каждом варианте приведены матрицы A, B, C в виде $\frac{A|B}{C}$:

1	-	0	-	0	-
	5		5		10
0	1	4	-	0	-
	5		30		12
0	2	0	-	3	-
	0		25		5
0	-	0	-	0	
	15		10		

3. Решить текстовые задачи:

3.1. Выпуск трех видов продукции при однократном использовании каждого из трех технологических способов, затраты на каждый способ и плановый ассортимент (не менее) приведены в таблице. Найти план использования технологий, обеспечивающий минимальные затраты.

Продукция Способ	1	2	3	Затраты
1	3	4	5	20
2	2	3	1	12
3	1	6	3	8
План	11	20	21	

3.2. Количество двух видов продукции, выпускаемых при однократном использовании каждого из двух технологических способов, а также расход каждого из двух ресурсов при этом и запас ресурсов приведены в таблице. Составить план использования технологий для получения максимального количества комплектов, включающих 5 единиц продукции первого вида и 7 единиц второго.

Технология	Продукция		Ресурс	
	1	2	1	2
1	2	4	8	10
2	4	5	11	12
Запас			150	200

12.1.2. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

ЛЕКЦИЯ № 2.1

Основные понятия. Антагонистическая игра двух лиц. Платежная матрица, чистые стратегии, седловая точка, цена игры

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ГРУППОВОГО ОБСУЖДЕНИЯ НА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЯХ:

1. Какого вида бывают матричные игры?
2. Что значит решить матричную игру?.
3. Дать определения чистым и смешанным стратегиям игроков
4. Дать определение седловой точке.
5. Что такое минимакс и максимин?
- 6.

12.1.3. Типовые тестовые задания

Тема «Транспортная задача»

1. Первоначальный план НЕ определяется методом:
 - 1) северо-западного угла;
 - 2) наименьшей стоимости;
 - 3) **обратной прогонки;**
2. Транспортная задача НЕ бывает:
 - 1) **в векторной подстановке;**
 - 2) в матричной подстановке;
 - 3) сетевой подстановке;
3. Если мощности поставщиков совпадают с мощностями потребителей, то такая задача называется:
 - 1) открытой;
 - 2) **закрытой;**
 - 3) равноценной;
4. Транспортную задачу нельзя решить:
 - 1) методом потенциалов;
 - 2) симплекс-методом;
 - 3) **методом обратной прогонки;**

12.1.4. Типовые задания для контрольной работы

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2
ТЕМА «МАТРИЧНЫЕ ИГРЫ»
ПРИМЕР ВАРИАНТА 1

1 Задание 1.

Два предприятия, производящие однотипную продукцию, практически полностью делят рынок некоторого региона. Для продвижения новой версии продукта, каждое предприятие может рекламировать его на радио (A_1), телевидении (A_2), в газетах (A_3), а также рассылать по почте брошюры (A_4). Каждый вариант проведения рекламной кампании нового продукта на рынке, влияет на конечную стоимость продукции.

В зависимости от сделанного выбора компании могут установить цену реализации единицы продукции на уровне 25, 22, 19 и 16 условных единиц соответственно. Соотношение цен реализации и себестоимость представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вариант продвижения нового продукта	Цена реализации единицы продукции, у.е.	Полная себестоимость единицы продукции, у.е.	
		Предприятие А	Предприятие В
A_1	25	17	$21-0,1*N$
A_2	22	15	$10+0,1*N$
A_3	19	$10+0,1*N$	10
A_4	16	$5+0,1*N$	5

где N – номер варианта.

В результате маркетингового исследования рынка была определена функция спроса на данную продукцию: $Y = 20 - 0,5 * X$, где Y – количество продукции, которое будет реализовано в регионе (тыс.ед.), а X – средняя цена продукции предприятия, у.е.

Значения долей продукции, реализованной предприятием А, зависят от соотношения цен на продукцию предприятия А и предприятия В. Маркетинговое исследование позволило установить эту зависимость, которая представлена в таблице 2.

Таблица 2

Цена реализации 1 ед. продукции, у.е.		Доля реализованной продукции предприятия А
Предприятие А	Предприятие В	
25	25	0,31
25	22	0,33
25	19	0,25
25	16	0,2
22	25	0,4
22	22	0,35
22	19	0,32
22	16	0,28
19	25	0,52
19	22	0,48
19	19	0,4
19	16	0,35
16	25	0,6
16	22	0,58
16	19	0,55
16	16	0,5

1. Существует ли в данной задаче ситуация равновесия при выборе варианта продвижения продукта на рынок обоими предприятиями?
2. Существуют ли варианты, которые предприятия заведомо не будут выбирать вследствие невыгодности?
3. Сколько продукции будет реализовано в ситуации равновесия? Какое предприятие получит больше прибыли в ситуации равновесия? Какое предприятие будет иметь большую долю рынка в ситуации равновесия? Дайте краткую экономическую интерпретацию результатов решения задачи.

Задание 2.

Найти решение игры. В ответе указать цену игры и оптимальные векторы стратегии игроков.

$$\begin{pmatrix} 2 & 4 & -1 & 3 & -2 \\ -2 & -3 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & -2 & 0 & -2 \end{pmatrix}$$

Задание 3.

Найти решение игры. В ответе указать цену игры и оптимальные векторы стратегии игроков.

$$\begin{pmatrix} -1 & 2 & 0 & -1 & 7 \\ 3 & -3 & 3 & 2 & -5 \\ -3 & 2 & 0 & -1 & 6 \end{pmatrix}$$

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЗАЧЕТА

БИЛЕТ N 1

1. Графическим методом найти максимум и минимум функции F на множестве, задаваемом системой ограничений:

$$F = 4x_1 + 12x_2 - 24$$

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 - 8 \leq 0, \\ x_1 + 3x_2 + 8 \geq 0, \\ x_1 + x_2 + 2 \geq 0, \\ x_1 + x_2 - 2 \leq 0, \\ x_1 - x_2 - 2 \geq 0. \end{cases}$$

2. Найти оптимальный план $X^* (x \geq 0)$ и оптимальное значение целевой функции $f(x)$, используя процедуру симплекс – метода:

$$\max f(x) = 2x_1 - 3x_2 + 5x_3$$

$$\begin{cases} 4x_1 - 3x_2 - 8x_3 \leq 20, \\ 5x_1 - 10x_2 = 5, \\ 3x_1 - 2x_2 - 8x_3 \geq 11. \end{cases}$$

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету
(ОПК-1: ИОПК-1.1,
ОПК-3, ИОПК-3.1, ИОПК-3.2, ИОПК-3.3):

1. Постановка задач линейного программирования на примере производственной задачи. Математические модели линейного программирования и их связь. Графический метод решения задач линейного программирования на плоскости).
2. Алгоритм симплекс-метода. Общая и каноническая задачи линейного программирования. Метод искусственного базиса.
3. Двойственные задачи линейного программирования. Теоремы двойственности и их экономический смысл.
4. Оптимальное решение матричных игр в чистых и смешанных стратегиях. Равновесие по Нэшу.
5. Использование симплекс-метода для решения матричных игр
6. Первоначальный план транспортной задачи. Метод северо-западного угла, метод наименьшей стоимости. Вырожденный план.
7. Получение оптимального плана грузоперевозок методом потенциалов.
8. Сетевые задачи. Понятие графа.
9. Принцип оптимальности Беллмана.
10. Решение задач динамического программирования методом обратной прогонки